

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 7 月 28 日 (28.07.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/115961 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04W 4/02 (2009.01) G01S 5/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/099316
- (22) 国际申请日: 2015 年 12 月 29 日 (29.12.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510037300.1 2015 年 1 月 23 日 (23.01.2015) CN
- (71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。
- (72) 发明人: 胡青松 (HU, Qingsong); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 丁一珊 (DING, Yishan); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116

(CN)。 曹灿 (CAO, Can); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

张申 (ZHANG, Shen); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

吴立新 (WU, Lixin); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM); 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14 号 A5 楼 7 层 701, Beijing 100015 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[见续页]

(54) Title: ENHANCED POSITIONING METHOD FOR MOVING TARGET IN MINE SHAFT BASED ON WITNESS NODES UNDER INTERNET OF THINGS ARCHITECTURE

(54) 发明名称: 物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法

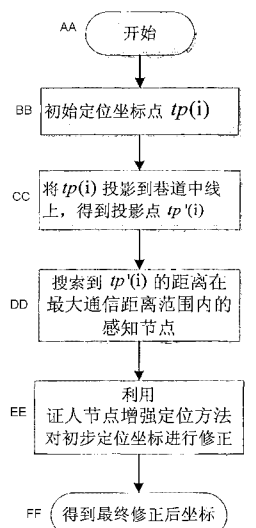


图 1

AA Start
BB Initial positioning coordinate point $tp(i)$
CC Projecting $tp(i)$ onto a roadway midline to obtain a projection point $tp'(i)$
DD Searching for a sensing node of which the distance from the $tp'(i)$ is within a maximal communication distance range
EE Correcting the initial positioning coordinate point by using an enhanced positioning method based on a witness node
FF Obtaining a final corrected coordinate

(57) Abstract: An enhanced positioning method for a moving target in a mine shaft based on witness nodes under an Internet of Things architecture, which belongs to an enhanced positioning method for a moving target in a mine shaft. A moving target moves in a roadway, and is positioned by an existing underground positioning system to obtain an initial positioning coordinate point $tp(i)$; then, the initial positioning coordinate point $tp(i)$ is projected onto a roadway midline to obtain a projection point $tp'(i)$, and an Internet of things management and control platform is used for searching for a sensing node of which the distance from the projection point $tp'(i)$ is within a maximal communication distance range; and finally, the sensing node is used as a witness node, and the obtained initial positioning coordinate point is corrected by means of an enhanced positioning method based on a witness node, so as to enhance the positioning precision of the moving target. The method realizes the effective combination of a positioning system and a sensing node under the Internet of Things architecture, realizes optimization and upgrading of the system without changing the original underground positioning system, and improves the positioning precision of the moving target, thereby having very good practicability and usability.

(57) 摘要: 一种物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法, 属于矿井运动目标增强定位方法。运动目标在巷道中行进, 现有井下定位系统对其进行定位, 得到初始定位坐标点 $tp(i)$; 然后, 将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上, 得到投影点 $tp'(i)$, 利用物联网管控平台, 搜索到投影点 $tp'(i)$ 的距离在最大通信距离范围内的感知节点; 最后, 将感知节点作为证人节点, 通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行修正, 增强运动目标的定位精度。该方法在物联网架构下实现定位系统与感知节点的有效结合, 在不改变矿井下原有定位系统的基础上, 实现系统的优化升级, 提高运动目标定位精度, 具有很好的实用性和易用性。



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法

技术领域

本发明涉及一种矿井运动目标增强定位方法，特别是一种物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法。

背景技术

煤矿井下的特殊环境使得无线信号的传播存在严重的非视距和多径衰落现象，进而制约着常规定位技术在井下使用时的定位精度。

根据定位过程中是否需要测量距离，可以将定位算法分成测距和非测距两大类。基于非测距的算法虽然实现简单，但定位精度不高，而且多数算法不适用于井下狭长的巷道环境，如质心算法、dv-hop 算法等。基于测距的算法在煤矿井下定位中应用较多，其中基于 RSSI 的定位算法因其原理简单、硬件实现容易等优势应用最为广泛。但是煤矿巷道中信号的衰落极不规律，难以建立合适的信号衰减模型，致使基于 RSSI 的定位算法精度不高且精度随着时间而变化；其它基于测距的常用算法，例如 DOA、TOA 等，需要高精度的硬件设备配合，并且受多种条件影响，定位精度不理想或者价格昂贵。

可见，单纯基于现有定位算法的矿井定位系统难以满足矿井安全生产对定位精度的要求。随着矿山物联网的建设与发展，煤矿井下将会部署大量不同功能的传感器节点，对煤矿环境、生产设备和生产人员进行实时感知、监测、预警等。在物联网架构下，不同节点之间实现物-物相连和信息互通是其基本功能，可以让这些感知节点为定位系统提供辅助服务；同时，地面的物联网管控平台管理着整个矿井的设备，数据库中存有这些设备和传感器的安装位置，平台可以协调这些非定位系统的节点为井下定位提供帮助。

发明内容

本发明的目的是要提供一种物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法，实现在不替代已有定位系统基础上提高定位精度。

本发明的目的是这样实现的：该运动目标增强定位方法：运动目标在巷道中行进，现有井下定位系统对其进行定位，得到初始定位坐标点 $tp(i)$ ；然后，将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上，得到投影点 $tp'(i)$ ，利用物联网管控平台，搜索到投影点 $tp'(i)$ 的距离在最大通信距离范围内的感知节点；最后，将感知节点作为证人节点，通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行修正，增强运动目标的定位精度；具体步骤如下：

- (1) 移动目标在巷道行进的过程中与井下定位系统进行通信，通过井下定位算法得到初始定位坐标点 $tp(i)$ ；
- (2) 将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上，得到投影点 $tp'(i)$ ；
- (3) 已知感知节点最大发射功率 $p_{\max}$ ，得到感知节点最大搜索半径 $d_{\max}$ ；
- (4) 利用物联网管控平台，搜索到投影点的距离在最大通信距离范围即最大搜索半径 $d_{\max}$ 内的感知节点，并记录感知节点个数 n 及感知节点坐标；

(5) 将感知节点作为证人节点, 通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行修正, 得到最终定位坐标点 $rp(i)$ 。

所述的证人节点增强定位方法步骤如下:

步骤1: 判断感知节点个数 n 满足下列哪种条件:

(1) 当 $n=0$ 时, 在运动目标附近没有证人节点, 无法对初始定位坐标点 $tp(i)$ 进行修正, 不需要进行下面步骤的处理, 直接输出结果, $tp(i)$ 即为最终定位坐标点 $rp(i)$;

(2) 当 $n \geq 1$ 时, 步骤 1 分为下列两种情况处理:

a. 当 $n=1$ 时, 在运动目标附近有一个证人节点, 这时从物联网管控平台中取距离运动目标最近的基站作为另一个证人节点, 两个证人节点分别用 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 表示, 其坐标分别为 (x_{i1}, y_{i1}) 、 (x_{i2}, y_{i2}) ;

b. 当 $n \geq 2$ 时, 取距离 $tp'(i)$ 最近的两个感知节点作为证人节点, 两个证人节点分别用 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 表示, 其坐标分别为 (x_{i1}, y_{i1}) 、 (x_{i2}, y_{i2}) ;

步骤 2: 计算投影点 $tp'(i)$ 到证人节点 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 的距离分别对应为 $d_i(1)$ 、 $d_i(2)$; 求

出通过 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 的直线 l_1 : $y = \frac{y_{i1} - y_{i2}}{x_{i1} - x_{i2}}(x - x_{i1}) + y_{i1}$, 通过 $sp_i(1)$ 平行于巷道中线的直线 l_2 ,

通过 $sp_i(2)$ 且平行于巷道中线的直线 l_3 。设置运动目标定位精度范围为 r_o 米;

步骤3: 调整证人节点发射功率, 确定以 $d_i(j)$ 为半径的搜索区域, 对运动目标进行搜索, 并根据是否能够搜索到运动目标, 分为2种情况概述:

情况1: 证人节点在以 $d_i(j)$, $j=1, 2$ 为半径的搜索区域内能够搜索到运动目标时, 调整发射功率, 使得搜索半径每次向内压缩 r_o 米, 即以 $(d_i(j) - count \times r_o)$ 为半径对运动目标进行迭代搜索, 直到证人节点第 m 次搜索不到运动目标或者满足 $d_i(j) - m \times r_o < r_o$ 条件为止; 其中, $count = 1, \dots, m$; $d_i(j) > m \times r_o$; m 为总迭代搜索次数;

a. 证人节点第 m 次搜索不到运动目标时, 运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心的同心圆环所组成的范围内, 即在①②圆环所组成的范围内, 此时满足公式 (1):

$$R^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad ① \quad r^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad ②$$

$$r^2 \leq (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq R^2 \quad (1)$$

其中, $R = d_i(j) - (m-1) \times r_o$, $r = d_i(j) - m \times r_o$;

b. 满足 $d_i(j) - m \times r_o < r_o$ 条件时, 说明运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心, $(d_i(j) - m \times r_o)$ 为半径的最小圆范围内, 此时满足公式 (2):

$$(x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq r^2 \quad (2)$$

其中, $r = d_i(j) - m \times r_o$;

情况2: 证人节点在以 $d_i(1)$ 为半径的搜索区域内不能搜索到运动目标时, 调整发射功率, 使得搜索半径每次向外扩展 r_o 米, 即以 $(d_i(j) + count \times r_o)$ 为半径对运动目标进行迭

代搜索，直到证人节点在第 m 次搜索到运动目标或者 $d_{\max}$ 范围内搜索不到证人节点为止；其中， $\text{count}=1, \dots, m$ ； $(d_i(j)+m \times r_o) < d_{\max}$ ； m 为总迭代搜索次数；

a. 当证人节点第 m 次搜索到运动目标时，运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心的同心圆环所组成的范围内，即在③④圆环所组成的范围内，此时满足公式（3）：

$$R'^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad (3) \quad r'^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad (4)$$

$$r'^2 \leq (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq R'^2 \quad (3)$$

其中， $R' = d_i(j) + m \times r_o$ ， $r' = d_i(j) + (m-1) \times r_o$ ；

b. $d_{\max}$ 范围内搜索不到证人节点时，说明运动目标在最大扩展范围内搜索不到运动目标，此时满足公式（4）：

$$(d_i(j) + m \times r_o) > d_{\max} \quad (4)$$

步骤4：基于两个证人节点对初始定位点进行 $tp(i)$ 修正

对 $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 进行迭代搜索后，针对步骤3分析 $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 所属类型并修正初始定位点。

（1） $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 同属于情况2中的 b 类时，证人节点不能发挥作用， $tp(i)$ 即为最终定位坐标点 $rp(i)$ ；

（2） $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 中有一个属于情况1中的 a 类，一个属于情况2中的 b 类时，只有一个证人节点能够搜索到目标节点而真正起到“证人”的作用，当运动目标在以 $sp_i(1)$ 为圆心的双圆环内，以 $sp_i(2)$ 为圆心，以 $d_{\max}$ 为半径的圆外时，如果有一侧交叉区域，可以确定运动目标的区域范围，直线 l_2 与运动目标所在区域边界有两个交点，计算两个交点的中点 $rp'(i)$ ；否则存在两个交叉区域，此时选择距离定位初值较近的一个阴影区域作为运动目标所在的区域，并用同样方法得到 $rp'(i)$ ；

当运动目标在以 $sp_i(2)$ 为圆心的双圆环内，以 $sp_i(1)$ 为圆心，以 $d_{\max}$ 为半径的圆外时，同理可求 $rp'(i)$ ；

（3）非上述情况时，运动目标在以 $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 为圆心的相交区域内，直线 l_1 与相交区域边界有两个交点，计算两个交点的中点 $rp'(i)$ ，如果 $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 的搜索结果区域不存在交叉，则取左边证人节点的右边结果圆环区域的内圆弧、右边证人节点的左边结果圆环的内圆弧， l_1 与这两个圆弧各有一个交点，计算两个交点的中点 $rp'(i)$ ；

步骤5：将 $rp'(i)$ 投影到巷道中线上，中线投影点即为最终定位坐标点 $rp(i)$ 。

有益效果：由于采用上述技术方案，本发明的物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法通过运动目标在巷道中行进，井下定位系统对其进行定位，得到初始定位坐标点 $tp(i)$ ；然后，将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上，得到投影点 $tp'(i)$ ，利用物联网管控平台，搜索到投影点 $tp'(i)$ 的距离在最大通信距离范围内的感知节点；最后，将感知节点作为证人节点，通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行

行修正，增强运动目标的定位精度。

在物联网架构的指导下，由现有定位系统为运动目标提供定位初值。由于这个初步的定位结果不一定精确，需要有准确知道自己位置的其它节点为其作证，证明运动目标是否在这个定位结果的位置，相应的提供证明的节点即为证人节点。利用这些感知节点作为证人节点，判断由定位系统得到的定位结果是否精确，如果定位精度较低，通过地面的物联网管控平台向证人节点发送操作指令，进行定位结果的修正，提高定位精度。

优点：该方法在物联网架构下实现定位系统与感知节点的有效结合，在不改变矿井下原有定位系统的基础上，实现系统的优化升级，提高运动目标定位精度，具有很好的实用性和易用性。

附图说明

图1是本发明的整体算法流程图。

图2是本发明的最近、次近证人节点最终能、不能搜索到运动目标时的增强算法示意图。

图3是本发明的最近、次近证人节点最终不能、能搜索到运动目标时的增强算法示意图。

图4是本发明的两证人节点最终同时能搜索到运动目标时的增强算法部分示意图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的一个实施例作进一步描述：

本发明的联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法通过运动目标在巷道中行进，现有井下定位系统对其进行定位，得到初始定位坐标点 $tp(i)$ 。然后，将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上，得到投影点 $tp'(i)$ ，利用物联网管控平台，搜索到投影点 $tp'(i)$ 的距离在最大通信距离范围内的感知节点。最后，将感知节点作为证人节点，通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行修正，增强运动目标的定位精度。具体步骤如下：

(1) 移动目标在巷道行进的过程中与井下定位系统进行通信，通过井下定位算法得到初始定位坐标点 $tp(i)$ 。

(2) 将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上，得到投影点 $tp'(i)$ 。

(3) 已知感知节点最大发射功率 $p_{\max}$ ，得到感知节点最大搜索半径 $d_{\max}$ 。

(4) 利用物联网管控平台，搜索到投影点的距离在最大通信距离范围即最大搜索半径 $d_{\max}$ 内的感知节点，并记录感知节点个数 n 及感知节点坐标。

(5) 将感知节点作为证人节点，通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行修正，得到最终定位坐标点 $rp(i)$ 。

整体算法过程如图 1 所示。

所述的证人节点增强定位方法步骤如下：

步骤1:判断感知节点个数 n 满足下列哪种条件；

(1) 当 $n=0$ 时，在运动目标附近没有证人节点，无法对初始定位坐标点 $tp(i)$ 进行修正，不需要进行下面步骤的处理，直接输出结果， $tp(i)$ 即为最终定位坐标点 $rp(i)$ ；

(2) 当 $n \geq 1$ 时，步骤1分为下列两种情况处理：

a. 当 $n=1$ 时，在运动目标附近有一个证人节点，这时从物联网管控平台中取距离运动目标最近的基站作为另一个证人节点，两个证人节点分别用 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 表示，其坐标分别为 (x_{i1}, y_{i1}) 、 (x_{i2}, y_{i2}) ；

b. 当 $n \geq 2$ 时，取距离 $tp'(i)$ 最近的两个感知节点作为证人节点，两个证人节点分别用 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 表示，其坐标分别为 (x_{i1}, y_{i1}) 、 (x_{i2}, y_{i2}) ；

步骤2：计算投影点 $tp'(i)$ 到证人节点 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 的距离分别对应为 $d_i(1)$ 、 $d_i(2)$ ；求

出通过 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 的直线 l_1 ： $y = \frac{y_{i1} - y_{i2}}{x_{i1} - x_{i2}}(x - x_{i1}) + y_{i1}$ ，通过 $sp_i(1)$ 平行于巷道中线的直线 l_2 ，

通过 $sp_i(2)$ 且平行于巷道中线的直线 l_3 。设置运动目标定位精度范围为 $r_o=3$ 米；

步骤3：调整证人节点发射功率，确定以 $d_i(j)$ 为半径的搜索区域，对运动目标进行搜索，并根据是否能够搜索到运动目标，分为2种情况概述：

情况1：证人节点在以 $d_i(j), j=1, 2$ 为半径的搜索区域内能够搜索到运动目标时，调整发射功率，使得搜索半径每次向内压缩 r_o 米，即以 $(d_i(j) - 3 \times count)$ 为半径对运动目标进行迭代搜索，直到证人节点第 m 次搜索不到运动目标或者满足 $d_i(j) - 3 \times m_o < 3$ 条件为止；其中， $count = 1, \dots, m$ ； $d_i(j) > 3 \times m$ ； m 为总迭代搜索次数；

a. 证人节点第 m 次搜索不到运动目标时，运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心的同心圆环所组成的范围内，即在①②圆环所组成的范围内，此时满足公式(1)：

$$R^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad \text{①} \quad r^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad \text{②}$$

$$r^2 \leq (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq R^2 \quad (1)$$

其中， $R = d_i(j) - 3 \times (m - 1)$ ， $r = d_i(j) - 3 \times m$ ；

b. 满足 $d_i(j) - 3 \times m < 3$ 条件时，说明运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心， $(d_i(j) - 3 \times m)$ 为半径的最小圆范围内，此时满足公式(2)：

$$(x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq r^2 \quad (2)$$

其中， $r = d_i(j) - 3 \times m$ ；

情况2：证人节点在以 $d_i(1)$ 为半径的搜索区域内不能搜索到运动目标时，调整发射功率，使得搜索半径每次向外扩展 $r_o=3$ 米，即以 $(d_i(j) + 3 \times count)$ 为半径对运动目标进行迭代搜索，直到证人节点在第 m 次搜索到运动目标或者 $d_{\max}$ 范围内搜索不到证人节点为止；其中， $count = 1, \dots, m$ ； $(d_i(j) + 3 \times m) < d_{\max}$ ； m 为总迭代搜索次数；

a. 当证人节点第 m 次搜索到运动目标时, 运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心的同心圆环所组成的范围内, 即在③④圆环所组成的范围内, 此时满足公式 (3):

$$R'^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad (3) \quad r'^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad (4)$$

$$r'^2 \leq (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq R'^2 \quad (3)$$

其中, $R' = d_i(j) + 3 \times m$, $r' = d_i(j) + 3 \times (m - 1)$;

b. $d_{\max}$ 范围内搜索不到证人节点时, 说明运动目标在最大扩展范围内搜索不到运动目标, 此时满足公式 (4):

$$(d_i(j) + 3 \times m) > d_{\max} \quad (4)$$

步骤4: 基于两个证人节点对初始定位点进行 $tp(i)$ 修正

对 $sp_i(1)$, $sp_i(2)$ 进行迭代搜索后, 针对步骤3分析 $sp_i(1)$, $sp_i(2)$ 所属类型并修正初始定位点。

(1) $sp_i(1)$, $sp_i(2)$ 同属于情况2中的 b 类时, 证人节点不能发挥作用, $tp(i)$ 即为最终定位坐标点 $rp(i)$;

(2) $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 中有一个属于情况1中的 a 类, 一个属于情况2中的 b 类时, 只有一个证人节点能够搜索到目标节点而真正起到“证人”的作用, 当运动目标在以 $sp_i(1)$ 为圆心的双圆环内, 以 $sp_i(2)$ 为圆心, 以 $d_{\max}$ 为半径的圆外时, 如果有一侧交叉区域, 可以确定运动目标的区域范围, 直线 l_2 与运动目标所在区域边界有两个交点, 计算两个交点的中点 $rp'(i)$; 否则存在两个交叉区域, 此时选择距离定位初值较近的一个阴影区域作为运动目标所在的区域, 并用同样方法得到 $rp'(i)$, 如图2所示;

当运动目标在以 $sp_i(2)$ 为圆心的双圆环内, 以 $sp_i(1)$ 为圆心, 以 $d_{\max}$ 为半径的圆外时, 同理可求 $rp'(i)$, 如图3所示;

(3) 非上述情况时, 运动目标在以 $sp_i(1)$, $sp_i(2)$ 为圆心的相交区域内, 直线 l_1 与相交区域边界有两个交点, 计算两个交点的中点 $rp'(i)$, 如果 $sp_i(1)$, $sp_i(2)$ 的搜索结果区域不存在交叉, 则取左边证人节点的右边结果圆环区域的内圆弧、右边证人节点的左边结果圆环的内圆弧, l_1 与这两个圆弧各有一个交点, 计算两个交点的中点 $rp'(i)$, 如图4所示;

步骤5: 将 $rp'(i)$ 投影到巷道中线上, 中线投影点即为最终定位坐标点 $rp(i)$, 如图2、3、4所示。

1、一种物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法，其特征是：该运动目标增强定位方法：运动目标在巷道中行进，现有井下定位系统对其进行定位，得到初始定位坐标点 $tp(i)$ ；然后，将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上，得到投影点 $tp'(i)$ ，利用物联网管控平台，搜索到投影点 $tp'(i)$ 的距离在最大通信距离范围内的感知节点；最后，将感知节点作为证人节点，通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行修正，增强运动目标的定位精度；具体步骤如下：

(1) 移动目标在巷道行进的过程中与井下定位系统进行通信，通过井下定位算法得到初始定位坐标点 $tp(i)$ ；

(2) 将初始定位坐标点 $tp(i)$ 投影到巷道中线上，得到投影点 $tp'(i)$ ；

(3) 已知感知节点最大发射功率 $p_{\max}$ ，得到感知节点最大搜索半径 $d_{\max}$ ；

(4) 利用物联网管控平台，搜索到投影点的距离在最大通信距离范围即最大搜索半径 $d_{\max}$ 内的感知节点，并记录感知节点个数 n 及感知节点坐标；

(5) 将感知节点作为证人节点，通过证人节点增强定位方法对得到的初始定位坐标点进行修正，得到最终定位坐标点 $rp(i)$ 。

2.根据权利要求 1 所述的物联网架构下基于证人节点的矿井运动目标增强定位方法，其特征是：所述的证人节点增强定位方法步骤如下：

步骤1:判断感知节点个数 n 满足下列哪种条件；

(1) 当 $n=0$ 时，在运动目标附近没有证人节点，无法对初始定位坐标点 $tp(i)$ 进行修正，不需要进行下面步骤的处理，直接输出结果， $tp(i)$ 即为最终定位坐标点 $rp(i)$ ；

(2) 当 $n \geq 1$ 时，步骤 1 分为下列两种情况处理：

a. 当 $n=1$ 时，在运动目标附近有一个证人节点，这时从物联网管控平台中取距离运动目标最近的基站作为另一个证人节点，两个证人节点分别用 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 表示，其坐标分别为 (x_{i1}, y_{i1}) 、 (x_{i2}, y_{i2}) ；

b. 当 $n \geq 2$ 时，取距离 $tp'(i)$ 最近的两个感知节点作为证人节点，两个证人节点分别用 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 表示，其坐标分别为 (x_{i1}, y_{i1}) 、 (x_{i2}, y_{i2}) ；

步骤 2：计算投影点 $tp'(i)$ 到证人节点 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 的距离分别对应为 $d_i(1)$ 、 $d_i(2)$ ；求出通过 $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 的直线 l_1 ： $y = \frac{y_{i1} - y_{i2}}{x_{i1} - x_{i2}}(x - x_{i1}) + y_{i1}$ ，通过 $sp_i(1)$ 平行于巷道中线的直线

l_2 ，通过 $sp_i(2)$ 且平行于巷道中线的直线 l_3 ；设置运动目标定位精度范围为 r_0 米；

步骤3：调整证人节点发射功率，确定以 $d_i(j)$ 为半径的搜索区域，对运动目标进行搜索，并根据是否能够搜索到运动目标，分为2种情况概述：

情况1：证人节点在以 $d_i(j)$, $j=1,2$ 为半径的搜索区域内能够搜索到运动目标时，调整发射功率，使得搜索半径每次向内压缩 r_0 米，即以 $(d_i(j) - count \times r_0)$ 为半径对运动目标进行

迭代搜索，直到证人节点第 m 次搜索不到运动目标或者满足 $d_i(j)-m \times r_o < r_o$ 条件为止；其中， $\text{count}=1, \dots, m$ ； $d_i(j) > m \times r_o$ ； m 为总迭代搜索次数；

a. 证人节点第 m 次搜索不到运动目标时，运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心的同心圆环所组成的范围内，即在①②圆环所组成的范围内，此时满足公式（1）：

$$R^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad ① \quad r^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad ②$$

$$r^2 \leq (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq R^2 \quad (1)$$

其中， $R = d_i(j) - (m-1) \times r_o$ ， $r = d_i(j) - m \times r_o$ ；

b. 满足 $d_i(j)-m \times r_o < r_o$ 条件时，说明运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心， $(d_i(j)-m \times r_o)$ 为半径的最小圆范围内，此时满足公式（2）：

$$(x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq r^2 \quad (2)$$

其中， $r = d_i(j) - m \times r_o$ ；

情况2：证人节点在以 $d_i(1)$ 为半径的搜索区域内不能搜索到运动目标时，调整发射功率，使得搜索半径每次向外扩展 r_o 米，即以 $(d_i(j) + \text{count} \times r_o)$ 为半径对运动目标进行迭代搜索，直到证人节点在第 m 次搜索到运动目标或者 $d_{\max}$ 范围内搜索不到证人节点为止；其中， $\text{count}=1, \dots, m$ ； $(d_i(j) + m \times r_o) < d_{\max}$ ； m 为总迭代搜索次数；

a. 当证人节点第 m 次搜索到运动目标时，运动目标在以 $sp_i(j)$ 为圆心的同心圆环所组成的范围内，即在③④圆环所组成的范围内，此时满足公式（3）：

$$R'^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad ③ \quad r'^2 = (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \quad ④$$

$$r'^2 \leq (x - x_{ij})^2 + (y - y_{ij})^2 \leq R'^2 \quad (3)$$

其中， $R' = d_i(j) + m \times r_o$ ， $r' = d_i(j) + (m-1) \times r_o$ ；

b. $d_{\max}$ 范围内搜索不到证人节点时，说明运动目标在最大扩展范围内搜索不到运动目标，此时满足公式（4）：

$$(d_i(j) + m \times r_o) > d_{\max} \quad (4)$$

步骤4：基于两个证人节点对初始定位点进行 $tp(i)$ 修正

对 $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 进行迭代搜索后，针对步骤3分析 $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 所属类型并修正初始定位点：

（1） $sp_i(1)$ ， $sp_i(2)$ 同属于情况2中的 b 类时，证人节点不能发挥作用， $tp(i)$ 即为最终定位坐标点 $rp(i)$ ；

（2） $sp_i(1)$ 、 $sp_i(2)$ 中有一个属于情况1中的 a 类，一个属于情况2中的 b 类时，只有一个证人节点能够搜索到目标节点而真正起到“证人”的作用，当运动目标在以 $sp_i(1)$ 为圆心的双圆环内，以 $sp_i(2)$ 为圆心，以 $d_{\max}$ 为半径的圆外时，如果有一侧交叉区域，可以确定运动目标的区域范围，直线 l_2 与运动目标所在区域边界有两个交点，计算两个交点的中点 $rp'(i)$ ；否则存在两个交叉区域，此时选择距离定位初值较近的一个阴影区域作为运动目标所在的区域，并用同样方法得到 $rp'(i)$ ；

当运动目标在以 $sp_i(2)$ 为圆心的双圆环内，以 $sp_i(1)$ 为圆心，以 $d_{\max}$ 为半径的圆外时，同

理可求 $rp'(i)$;

(3) 非上述情况时, 运动目标在以 $sp_i(1)$, $sp_i(2)$ 为圆心的相交区域内, 直线 l_i 与相交区域边界有两个交点, 计算两个交点的中点 $rp'(i)$, 如果 $sp_i(1)$, $sp_i(2)$ 的搜索结果区域不存在交叉, 则取左边证人节点的右边结果圆环区域的内圆弧、右边证人节点的左边结果圆环的内圆弧, l_i 与这两个圆弧各有一个交点, 计算两个交点的中点 $rp'(i)$;

步骤5: 将 $rp'(i)$ 投影到巷道中线上, 中线投影点即为最终定位坐标点 $rp(i)$ 。

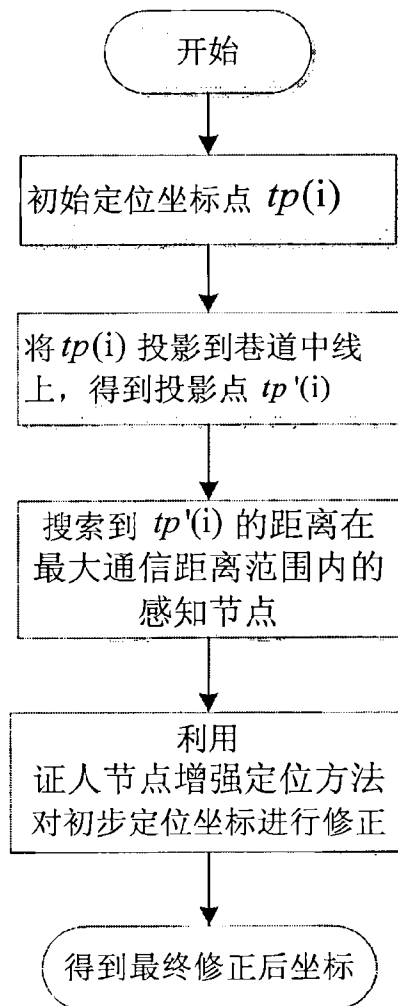


图 1

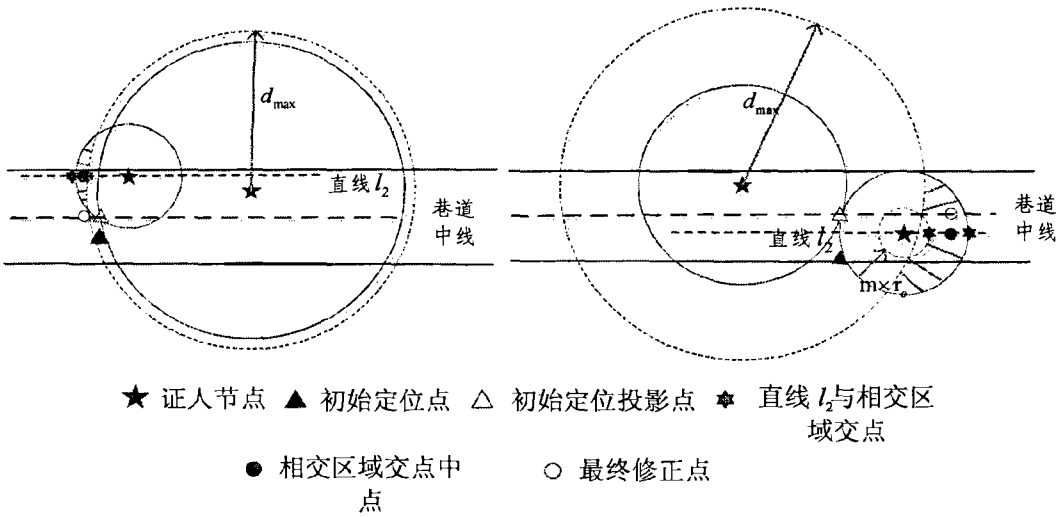


图 2

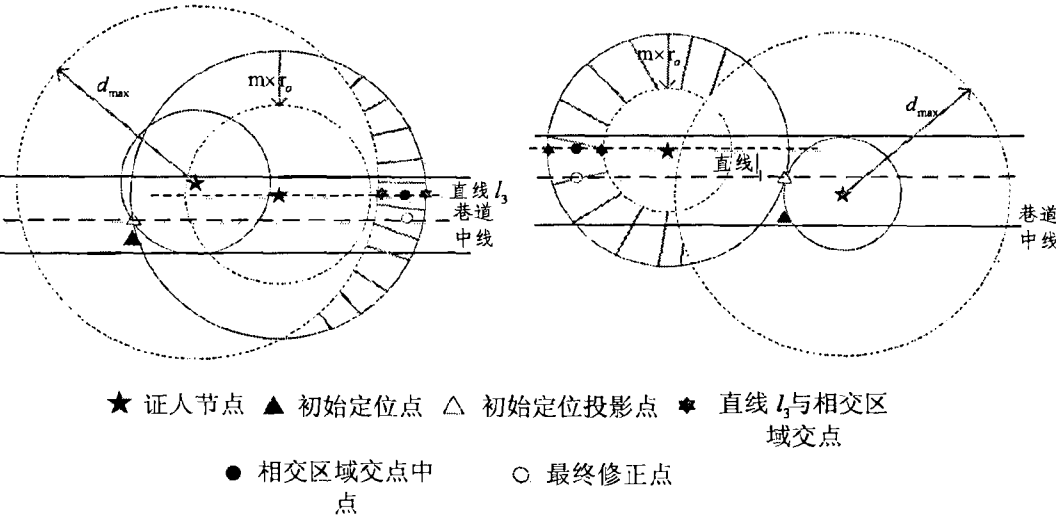


图 3

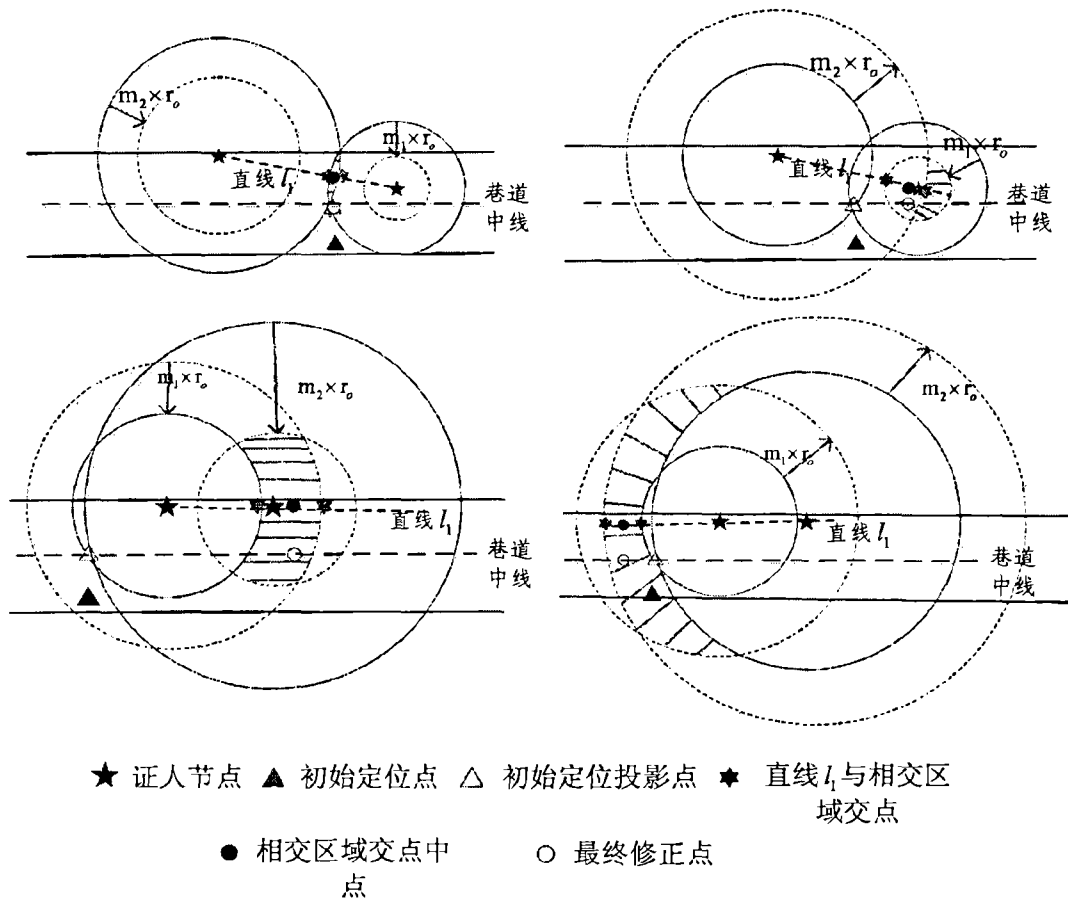


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/099316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 4/02 (2009.01) i; G01S 5/12 (2006.01) i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W; G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: mine, laneway, locat+, witness node, sens+, coordinates, semi-diameter, distance, internet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104540101 A (UNIVERSITY CHINA MINING & TECHNOLOGY) 22 April 2015 (22.04.2015) claims 1 and 2	1, 2
A	CN 103491627 A (UNIVERSITY NORTHEASTERN) 01 January 2014 (01.01.2014) the whole document	1, 2
A	CN 102932256 A (UNIVERSITY CHINA MINING & TECHNOLOGY BEIJING) 13 February 2013 (13.02.2013) the whole document	1, 2
A	CN 102196560 A (GUODIAN NANJING AUTOMATION CO., LTD.) 21 September 2011	1, 2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 February 2016	Date of mailing of the international search report 14 March 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer YU, Hongrui Telephone No. (86-10) 62411490

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2015/099316

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	(20.09.2011) the whole document CN 10322841 A (UNIVERSITY CHINA MINING & TECHNOLOGY BEIJING) 31 July 2013 (31.07.2013) the whole document	1, 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/099316

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104540101 A	22 April 2015	None	
CN 103491627 A	01 January 2014	None	
CN 102932256 A	13 February 2013	None	
CN 102196560 A	21 September 2011	CN 102196560 B	09 October 2013
CN 10322841 A	31 July 2013	CN 103228041 B	22 July 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/099316

A. 主题的分类

H04W 4/02(2009.01)i; G01S 5/12(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H04W; G01S

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 矿井, 矿山, 巷道, 定位, 认证节点, 感知, 传感器, 坐标, 半径, 距离, 物联网;
mine, laneway, locat+, witness node, sens+, coordinates, semi-diameter, distance, internet

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104540101 A (中国矿业大学) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 权利要求1-2	1-2
A	CN 103491627 A (东北大学) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 说明书第[0042]-[0084]段, 附图1-2	1-2
A	CN 102932256 A (中国矿业大学北京) 2013年 2月 13日 (2013 - 02 - 13) 全文	1-2
A	CN 102196560 A (国电南京自动化股份有限公司) 2011年 9月 21日 (2011 - 09 - 21) 全文	1-2
A	CN 103228041 A (中国矿业大学北京) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 全文	1-2

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 2月 24日

国际检索报告邮寄日期

2016年 3月 14日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

于洪蕊

电话号码 (86-10)62411490

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/099316

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104540101	A	2015年 4月 22日	无			
CN	103491627	A	2014年 1月 1日	无			
CN	102932256	A	2013年 2月 13日	无			
CN	102196560	A	2011年 9月 21日	CN	102196560	B	2013年 10月 9日
CN	103228041	A	2013年 7月 31日	CN	103228041	B	2015年 7月 22日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)